Impact of heavy vehicles on crossing safety: development of an adapted design tool

Photo courtesy of Volvo

This study is part of the **Highway-Railway Grade Crossing Research Program**, an undertaking sponsored by Transport Canada, major Canadian railways, and several provincial authorities. The program is part of Direction 2006, a cooperative initiative with the goal of halving the number of grade crossing and railway trespassing incidents by 2006.

Researchers examined characteristics of heavy vehicles such as braking and acceleration times, the geometry of grade crossings, warning systems, and motor carrier operating regulations. The project developed a mathematical tool for the design and assessment of grade crossings, and made recommendations for amending existing regulations and standards for grade crossing design and safety.

Transportation Development Centre

800 René Lévesque Blvd. West
Suite 600
Montreal, Quebec
H3B 1X9

Tel: 514 283-0000
Fax: 514 283-7158
E-mail: tdccdt@tc.gc.ca

www.tc.gc.ca/tdc/menu.htm

Working for innovation in transportation

Background

Grade crossings are designed using a number of safety parameters intended to give the driver of a heavy vehicle sufficient time to brake to a stop if a train is approaching. Since many jurisdictions require vehicles such as school buses or trucks carrying dangerous goods to stop at a grade crossing before proceeding across, drivers also need to be able to see far enough up the tracks to know they have time to safely accelerate to the other side. This parameter is known as the departure time and is particularly important at passive crossings not equipped with signal lights or gates.

Existing standards require grade crossing designers to establish a sight triangle consisting of a length of road equal to the distance required to brake to a stop plus a margin that takes into account a driver's perception and reaction time. This is known as the stopping sight distance. The second axis of the triangle is composed of a length of track equal to the distance a train is able to cover in the same time plus a margin for the time it takes for a truck to safely clear the tracks.

Existing standards also require a minimum warning of only 20 seconds before the arrival of a train at a grade crossing equipped with signal equipment. In the case of a passive crossing, the standard requires that a driver be able to see the train only 10 seconds before it crosses the road.

Objectives

This study examined characteristics of heavy vehicles such as buses and trucks, driver behaviour, regulations, warning systems, and grade crossing geometry to develop improved methods of calculating warning times and stopping distances, and to make recommendations for changes to existing standards and operating regulations.

Findings

A variety of heavy vehicles (buses, trucks and tractor-trailers) were tested to measure their acceleration times and braking distances. The tests were conducted on the test tracks at the Centre de formation en transport routier of the Rivière du Nord school board and at PMG Technologies Inc. in Blainville, Quebec, on eight grade crossings located between St. Thérèse, Quebec, and St. Jérôme, Quebec, and at a ninth crossing in a logging area near La Tuque, Quebec.

Criteria used to select the vehicles to be studied included engine horsepower, transmission ratio, number of axles, and gross weight of vehicles. The vehicles were loaded to their full legal capacity in order to assess their worst performances. The Racelogic Velocity Box, which

Transport Canada Transports Canada

Canada

features GPS technology, was used as the data acquisition system for all tests. Tests included:

- acceleration tests over a maximum of 125 m on flat, dry, asphalt roads, and over a maximum of 55 m on gravel roads
- braking tests at 90 km/h on wet asphalt roads
- acceleration tests from the stop line to the clearance point of eight typical crossing configurations

Evaluations were also conducted using a logging truck on a typical logging road (with oversized loads) and using a highway motor coach on a braking test track.

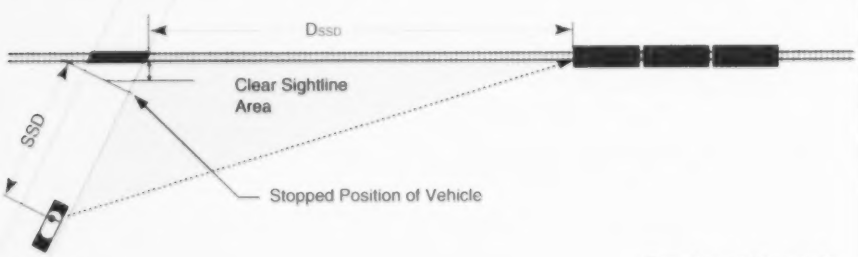
The results were then used to validate a mathematical model of heavy vehicle acceleration. This model and the results of the various tests, including the braking tests and site tests at railway crossings, were then used to develop a railway crossing design and assessment tool that could be integrated into a new regulatory standard under development by Transport Canada.

The first part of the tool consists of reference graphs of departure times that depend on the road profile, design vehicle chosen, crossing clearance distance and road condition, or prohibition from changing gears. Methods for using the reference graphs are also proposed for tanker trucks, for grade crossings near a road intersection, and for grade crossings with poor surface conditions. The second part of the tool consists of tables that give the stopping sight distances for vehicles with and without ABS brakes, according to the road profile and the legal speed limit.

These tools make it possible to determine sight triangles that are adapted for commercial vehicles of all weights and sizes, for all operating criteria, road conditions, and truck and train speeds, and for normal weather conditions. In addition, the results make it possible to calculate the warning time and gate descent time for active crossings.

Researchers also conducted interviews with nearly 100 truck drivers. While most (73 percent) reported that they treated grade crossings the same as road intersections, a significant percentage (24 percent) reported that they regularly slowed as they approached a crossing. While this may appear to be a safe behaviour, grade crossings are in fact designed to be approached at the speed limit. This deceleration is not included in the calculation of the stopping sight distance, underscoring the need for including a safety margin in calculating crossing and warning times.

Minimum Sightlines - Grade Crossings without a Grade Crossing Warning System
Minimum Sightlines for Drivers Approaching a Grade Crossing



Drawing not to scale

104-05645/

Impact of heavy vehicles on crossing safety: development of an adapted design tool

Only 62 percent of drivers said they habitually checked visually for an approaching train, suggesting a need for greater awareness and training about crossing safety.

Conclusion

The results show that the crossing times currently used to design grade crossings are too short, particularly for multi-track grade crossings and for long heavy vehicles. The researchers conclude that it is preferable to adapt the warning systems to each site using the reference graphs and tables developed in the project.

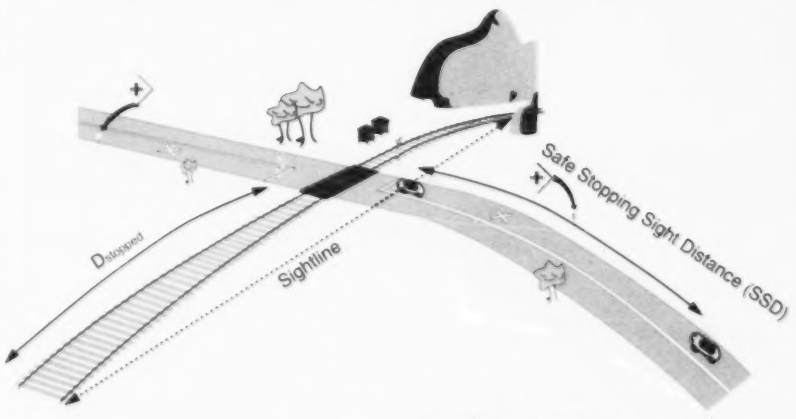
The researchers also found that provincial regulations prohibiting drivers from changing gears when crossing railway tracks increase the crossing time for heavy vehicles. Although the rule was justified in the past by the unreliability of transmissions and axles and the fact that trucks could cross railway tracks more quickly without changing gears, this is no longer the case for today's vehicles.

Recommendations

The report's recommendations include:

- Integrate the tool into the new regulatory standard.
- Fixed crossing times in the existing standard should be removed.
- Various regulations prohibiting drivers of heavy vehicles from changing gears when crossing railway tracks should be abolished.

Minimum Sightlines - Grade Crossings with a Grade Crossing Warning System



Drawing not to scale

Impact of heavy vehicles on crossing safety: development of an adapted design tool

TDC Contact
Sesto Vespa
Transportation Development Centre
Tel.: 514 283-0059
E-mail: vespas@tc.gc.ca

Contracting Agency
Ministère des Transports du Québec

Contractor
Centre de développement technologique, École Polytechnique de Montréal
Montreal, Quebec

Contract Duration
January 2001 – October 2003

Report
Impact of Heavy Vehicles on Crossing Safety: Development of an Adapted Design Tool, École Polytechnique de Montréal
TP 14172E

Report Availability
This report is available in downloadable PDF format on TDC's Web site at
www.tc.gc.ca/tdc/publication/pdf/14100/14172e.pdf

Print copies may be ordered on-line at
www.tc.gc.ca/tdc/publication/listing.htm
or call 514 283-0000

© Minister of Public Works and Government Services Canada 2004
Catalogue No.: T48-40/2004
ISBN: 0-662-68159-2
TP 14234

April 2004

The project information presented here is taken from the report. It reflects the views of the author and not necessarily those of Transport Canada or the other Highway-Railway Grade Crossing Research Program sponsors.

DIRECTION

Impact des véhicules lourds sur la sécurité aux passages à niveau : développement d'un outil de conception adapté

Photo offerte par Volvo

Cette étude fait partie du **Programme de recherche sur les passages à niveau** parrainé par Transports Canada, les grandes sociétés ferroviaires canadiennes et plusieurs provinces. Ce programme constitue un des volets de Direction 2006, un projet coopératif dont le but est de diminuer de moitié le nombre de collisions aux passages à niveau et d'intrusions sur les emprises ferroviaires d'ici 2006.

Les chercheurs ont examiné des caractéristiques liées aux véhicules lourds, comme le temps d'accélération et la durée de décélération, la géométrie des passages à niveau, les systèmes d'avertissement et les règles d'exploitation régissant les transporteurs routiers. Ils ont élaboré un outil mathématique pour la conception et l'évaluation des passages à niveau, et ont formulé des recommandations en vue de la modification des règlements et normes en vigueur touchant la conception et la sûreté des passages à niveau.

Contexte

Les passages à niveau sont conçus en fonction d'un certain nombre de paramètres destinés à donner au conducteur de véhicule lourd suffisamment de temps pour freiner jusqu'à l'arrêt, si un train approche. Comme de nombreux règlements exigent que certains véhicules, comme les autobus d'écoliers et les camions transportant des marchandises dangereuses, s'immobilisent avant de s'engager sur un passage à niveau, les conducteurs doivent aussi être capables de voir assez loin sur la voie ferrée pour être sûrs qu'ils ont le temps de franchir le passage à niveau en toute sécurité. On appelle ce paramètre «temps de franchissement». Il est particulièrement important aux passages à niveau non automatisés, à savoir sans feux de signalisation ni barrières.

Selon les normes actuelles, les concepteurs de passages à niveau sont tenus de définir un triangle de visibilité dont l'arête mesurée le long de la route est égale à la somme de la distance de freinage et de la distance parcourue durant le temps de perception et de réaction du conducteur. C'est ce qu'on appelle la distance de visibilité d'arrêt. La deuxième arête, mesurée le long de la voie ferrée, est égale à la distance parcourue par le train durant le temps pris par le véhicule lourd pour franchir la somme de la distance de visibilité d'arrêt, de la distance de dégagement du passage à niveau et de la longueur du véhicule.

Les normes en vigueur exigent un délai d'avertissement minimal de seulement 20 secondes avant l'arrivée du train, lorsque le passage à niveau est automatisé. Dans le cas d'un passage à niveau non automatisé, le conducteur doit être en mesure de voir le train seulement 10 secondes avant qu'il s'engage sur le croisement.

Objectifs

La recherche a consisté à examiner les caractéristiques liées aux véhicules lourds, comme les autobus et les camions, le comportement des conducteurs, les règlements, les systèmes d'avertissement et la géométrie des passages à niveau, afin d'améliorer les méthodes de calcul des délais d'avertissement et des distances d'arrêt, et de formuler des recommandations quant aux changements à apporter aux normes et aux règles d'exploitation existantes.

Résultats

Divers véhicules lourds (autobus, camions et tracteurs semi-remorques) ont été soumis à des essais au cours desquels les temps d'accélération et les distances de freinage ont été mesurés. Ces essais ont été réalisés sur les pistes d'essais du Centre de formation en transport routier (CFTR) de la Commission scolaire de la Rivière du Nord, sur les pistes d'essai de PMG Technologies Inc. de Blainville, Québec, sur huit passages à niveau situés dans la région comprise entre Sainte-Thérèse, Québec et Saint-Jérôme, Québec, et sur un neuvième passage à niveau situé sur un site d'exploitation forestière près de La Tuque, au Québec.

Parmi les critères utilisés pour le choix des véhicules à étudier figuraient la puissance du moteur, le rapport de transmission, le nombre d'essieux et le poids total en charge du véhicule. Pour l'occasion, les véhicules ont été chargés à leur pleine capacité légale, ce qui a

Centre de développement des transports

800, boul. René-Lévesque Ouest
Bureau 600
Montréal (Québec)
H3B 1X9

Téléphone : 514 283-0000
Télécopieur : 514 283-7158
Courriel : tdccdt@tc.gc.ca

www.tc.gc.ca/cdt/menu.htm

au service de l'innovation en transports

Transports Canada Transport Canada

Canada

permis de mesurer leurs pires performances. Le système d'acquisition de données utilisé pour tous les essais était le Racelogic Velocity Box, un système utilisant la technologie GPS. L'étude a comporté les essais suivants :

- essais d'accélération sur chaussée en asphalte plane et sèche sur une distance maximale de 125 m, et sur chemin en gravier sur une distance maximale de 55 m;
- essais de freinage à partir de 90 km/h sur chaussée en asphalte mouillée;
- essais d'accélération à partir de la ligne d'arrêt jusqu'à la ligne de dégagement de huit configurations de passages à niveau types.

D'autres essais ont aussi été menés à l'aide d'un camion forestier sur une route forestière type (charges hors normes) et à l'aide d'un autocar sur une piste d'essai de freinage.

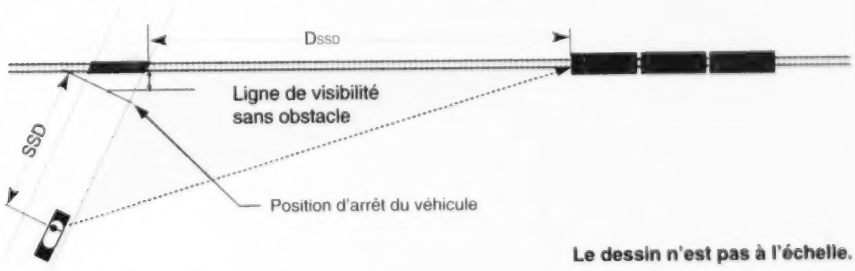
Les résultats obtenus ont servi à valider un modèle mathématique de l'accélération des véhicules lourds. Ce modèle, conjugué aux résultats de divers essais, y compris les essais de freinage et les essais aux passages à niveau, ont ensuite servi à mettre au point un outil de conception et d'évaluation des passages à niveau qui pourrait être intégré à la nouvelle norme d'application de la réglementation que Transports Canada est à élaborer.

La première partie de l'outil présente des abaques des temps de franchissement en fonction du profil de la route, du véhicule type choisi, de la distance de dégagement du passage à niveau, de l'état de la route et de la possibilité de changer de vitesse ou non. Des méthodes d'utilisation des abaques sont également proposées pour les camions citernes, pour les passages à niveau situés à proximité d'une intersection routière et pour les surfaces de croisement en mauvais état. La deuxième partie de l'outil est constituée de tableaux des distances de visibilité d'arrêt pour des véhicules avec et sans système de freinage ABS, selon le profil de la route et la vitesse permise sur la route.

Ces outils permettent de définir des triangles de visibilité adaptés aux véhicules commerciaux de tous poids et de toutes dimensions, et à toutes les caractéristiques opérationnelles, conditions routières, vitesses de camions et de trains, dans des conditions météorologiques normales. Ils permettent en outre de calculer le délai d'avertissement et le temps de descente des barrières, dans le cas des passages à niveau automatisés.

Les chercheurs ont aussi mené des entrevues avec près de 100 camionneurs. Bien que la plupart (73 p. 100) aient déclaré se comporter aux passages à niveau de la même manière qu'aux carrefours routiers, un pourcentage important (24 p. 100) ont admis qu'ils avaient l'habitude de ralentir à l'approche d'un passage à niveau. Cela peut sembler un comportement sûr, mais en réalité, les passages à niveau sont conçus pour que les véhicules qui s'en

Lignes de visibilité minimales – Passages à niveau sans système d'avertissement
Lignes de visibilité minimales pour les conducteurs à l'approche d'un passage à niveau



Le dessin n'est pas à l'échelle.

Impact des véhicules lourds sur la sécurité aux passages à niveau : développement d'un outil de conception adapté

approchent roulent à la vitesse permise. Cette décélération n'est pas prise en compte dans le calcul de la distance de visibilité d'arrêt, ce qui renforce le besoin d'inclure une marge de sécurité dans le calcul du temps de franchissement et du délai d'avertissement.

Seulement 62 p. 100 des conducteurs ont dit qu'ils avaient l'habitude de vérifier visuellement si un train arrivait, ce qui donne à penser qu'il y a lieu d'accentuer les efforts de sensibilisation et de formation des conducteurs en ce qui a trait à la sécurité aux passages à niveau.

Conclusion

L'étude a révélé que les temps de franchissement actuellement utilisés pour concevoir les passages à niveau sont trop courts, surtout dans le cas des passages à niveau à voies ferrées multiples et des véhicules de grande longueur et de forte masse. Elle a par ailleurs mené à la conclusion qu'il est souhaitable de concevoir les systèmes d'avertissement en fonction de chaque site, en se servant des abaques et des tableaux mis au point au cours du projet.

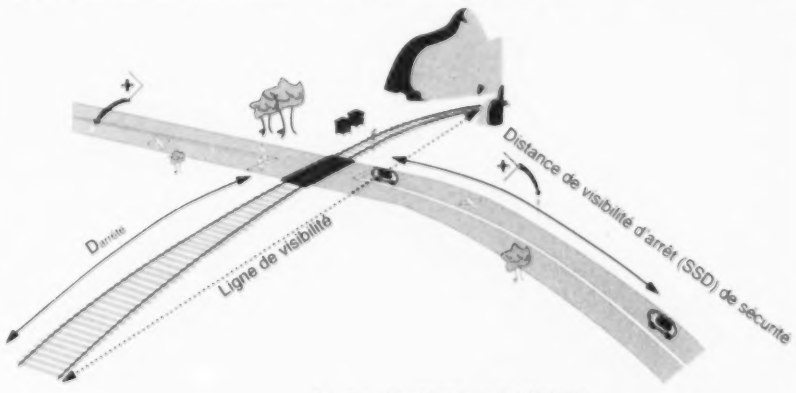
Les chercheurs ont aussi constaté que les règlements provinciaux qui interdisent aux conducteurs de changer de vitesse une fois engagés sur un passage à niveau ont pour effet d'allonger le temps de franchissement des véhicules lourds. Un tel règlement était certes justifié dans le passé, alors que les transmissions et les essieux étaient peu fiables et que les camions pouvaient franchir les voies ferrées plus rapidement sans changer de vitesse, mais il ne trouve plus de justification avec les véhicules d'aujourd'hui.

Recommandations

Voici quelques-unes des recommandations du rapport :

- Incorporer l'outil à la nouvelle norme d'application de la réglementation.
- Éliminer les temps de franchissement fixes, qui font partie de la norme actuelle.
- Abroger les règlements qui interdisent aux conducteurs de véhicules lourds de changer de vitesse lorsqu'ils franchissent un passage à niveau.

Lignes de visibilité minimales – Passages à niveau avec système d'avertissement



Le dessin n'est pas à l'échelle.

Impact des véhicules lourds sur la sécurité aux passages à niveau : développement d'un outil de conception adapté

Personne-ressource au CDT
Sesto Vespa
Centre de développement des transports
Tél. : 514 283-0059
Courriel : vespas@tc.gc.ca

Organisme de passation du contrat
Ministère des Transports du Québec

Contractant
Centre de développement technologique, École Polytechnique de Montréal
Montréal, Québec

Durée du contrat
Janvier 2001 – octobre 2003

Rapport
Impact des véhicules lourds sur la sécurité aux passages à niveau : Développement d'un outil de conception adapté, École Polytechnique de Montréal
TP 14172F

Disponibilité du rapport
Le rapport peut être téléchargé en version PDF depuis le site Web du CDT :
www.tc.gc.ca/cdt/publication/pdf/14100/14172f.pdf

Le rapport imprimé peut être commandé en ligne, à l'adresse suivante :
www.tc.gc.ca/cdt/publication/liste.htm,
ou par téléphone, au 514 283-0000.

© Ministre des Travaux publics et des Services gouvernementaux du Canada 2004
N° de catalogue : T48-40/2004
ISBN : 0-662-68159-2
TP 14234

Avril 2004

Ce résumé est tiré du rapport. Les opinions et les vues qui y sont exprimées sont celles des auteurs et ne reflètent pas nécessairement celles de Transports Canada ou des parrains du Programme de recherche sur les passages à niveau.

DIRECTION